

Kavitätenpräparation von Schmelz und Dentin mit Er:YAG Lasern

Hardlaser haben vor etwa 50 Jahren ihren Einzug zunächst in der Medizin, dann sehr rasch auch in der Zahnmedizin geführt. Neben allen anderen gebräuchlichen Hilfsmitteln in der zahnärztlichen Praxis haben heute insbesondere die CO₂-, Er:YAG- und Diodenlaser als Hardlaser und im mittleren oder Low Level Laser Bereich die Diodenlaser nach und nach ihren Platz behaupten können. In gewissen Bereichen wie der Behandlung von Periimplantitis, sind Laserbehandlungen sogar zum Goldstandard geworden.

Dr. med.dent. Carl A. Bader/Porrentruy

■ Mit Sicherheit werden CO₂- und Erbium:YAG-Laser in der Bearbeitung der Zahnhartsubstanz ihren Platz immer breiter machen, da nach immer kürzerer Behandlungszeit und besonders auch nach Komfort und Schmerzfreiheit gefragt wird. Dabei dürfen aber keinesfalls die Anforderungen an einen hohen Qualitätsstandard in den Hintergrund treten.

Der CO₂-Laser findet heute auch in der rekonstruktiven Zahnheilkunde seinen Einsatz, insbesondere bei der direkten und indirekten Überkappung von Milch- und bleibenden Zähnen, Pulpektomie^{1,2,3} oder Sterilisation pulpanaher Karies. Bisher fehlen noch langfristige Studien, welche das pulpanahe Sterilisieren der Kavität beziehungsweise die direkte Pulpabehandlung mit dem CO₂-Laser im Vergleich zu klassischen Behandlungsstrategien quantifiziert. Der Autor kann auf über zehnjährige Erfahrung bei CO₂-Laserüberkappungen mit einem strikte eingehaltenen Protokoll zurückblicken. Dabei kam es nur ausnahmsweise zu einer Devitalisation der Pulpa, in einem viel geringeren Masse als bei klassischer Therapie mit Calciumhydroxidhaltigen Überkappungsmaterialien, sei es bei Milch- oder bleibenden Zähnen. Der Einsatz des CO₂-Lasers für Gingivektomien bei tiefer Karies oder interdental^{4,5} um das Anlegen der Matrizen rascher und viel einfacher zu ermöglichen gehört heute ebenfalls zu einer viel effizienteren, schmerzfreien und komfortablen Alternative zum bisher gebräuchlichen Elektrotom.

Er:YAG Laser heute am besten geeignet für Zahnhartsubstanzbearbeitung

Mit einer emittierten Wellenlänge von 2.940 nm ist der Erbium:YAG-Laser heute der am weitesten verbreitete Laser für Zahnhartsubstanz und Knochenbearbeitung. So wird der Erbium:YAG Laser vornehmlich bei der schmerzarmen Präparation aller Kavitätenklassen eingesetzt.^{6,7} Seine hohe Absorption in Hydroxylapatit und besonders auch im Wasser machen ihn zum heute geeignetsten aller bekannten Lasertypen für die Bearbeitung von Hartsubstanzen wie Schmelz, Dentin, Zement⁸⁻¹¹, aber auch von Knochenmaterial¹² oder Zahnsteinkongrementen.¹³⁻¹⁵ Die jüngsten Gene-

rationen der Erbium-Laser sind heute so effizient geworden, dass ein Vergleich mit der konventionellen Turbinenpräparation durchaus aufgenommen werden kann. Es ist ohnehin ein sehr kurzer Teil der gesamten Behandlungszeit, welcher für die eigentliche Kavitätenpräparation aufgewendet werden muss: viel mehr Zeit wird im Gesamtprotokoll einer Composit-Füllung für Vorbereitung (Kofferdam- oder Matrizenanlegen, Gingivektomie zur leichteren Behandlung etwaiger subgingivaler Kavitätenränder), Konditionieren von Schmelz und Dentin und das eigentliche Füllunglegen, sowie deren Ausarbeitung, bzw. Politur aufgewendet. Besonders krass wird der Vergleich wenn bestehende Füllungen repariert werden sollen, d.h. wenn nebenstehende Areale neue Karies aufweisen oder beispielsweise eine bestehende korrekte okklusale Composit-Füllung mit einem approximalen Bereich einer neuen Approximalkaries mit mesialer oder distaler Nachpräparation verbunden werden soll. In der klassischen Therapie sollte der Compositbereich vor dem Verkleben silanisiert werden, was wiederum den Verbund von Schmelz und Bondingmaterial stark beeinträchtigt oder sogar kompromittiert. Reparaturen von Compositfüllungen sind mit diesem Lasertypen sehr leicht durchzuführen, da vorgängig sowohl Composit als auch Zahnmaterial selektiv entfernt werden kann. Nach einer Laservorbehandlung ist die Composit-Oberfläche direkt mit einem Primer benetzbar, ohne Notwendigkeit vorgängig zu Silanisieren.¹⁶ Nach der Präparation der neuen zu integrierenden Areale kann die wieder neu mittels Er:YAG-Laser angefrischte Composit Oberfläche genau gleich mit dem selben Primer-Bonding-System vorbehandelt werden und wird somit optimal mit dem Composit der neuen Füllungsteile dicht verbunden.

Eine zusätzliche Sicherheit ergibt sich aus der relativen Selektivität der Ablation verschiedener Komponenten, was im Rahmen der minimalinvasiven rekonstruktiven Zahnmedizin zunehmend an Bedeutung gewinnen wird. So wird z.B. kariöses Dentin rascher als gesundes Dentin und bestimmte Composite rascher als Schmelz mit diesem Lasertypen entfernt.

Eine interessante Indikation stellt die Fissurenversiegelung und deren erweiterte Form nach Vorbehandlung

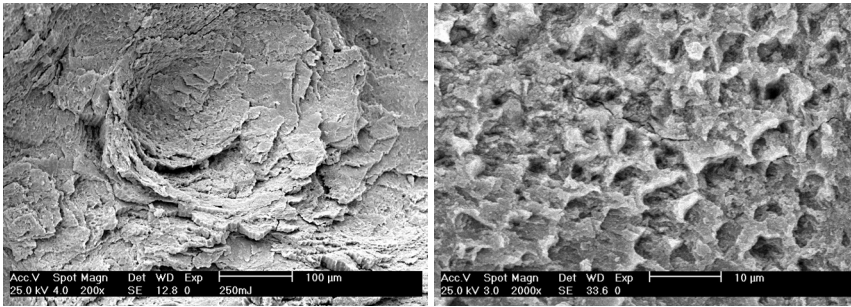


Abb. 1: Schmelz nach Bearbeitung mit hoher Energie, Leaflets und frakturierte Schmelzprismen (200x). – **Abb. 2:** Schmelz nach Finieren mit 100 mJ 20Hz, Hohlleiter. Feine Oberflächenstruktur des finierten Schmelzes, welche einer Schmelzätzung ähnlich sieht (2.000x).

mit dem Er:YAG Laser dar: so kann z.B. eine bisher unerreichte Keimfreiheit in der Tiefe der behandelten Fissuren erlangt werden.^{17,18} Zusätzlich zum Verschluss der Fissuren als vorbeugende Prophylaxemaßnahme wird der darunterliegende eingeschlossene Zahn im gleichen Schritt wie dem Konditionieren des Schmelzes sterilisiert. Ebenso scheint die Vorbehandlung von Fissuren keinen Einfluss auf die Dichtigkeit der Versiegelungen aufzuweisen und schneidet gleich gut ab wie klassische Therapieformen.¹⁹

Mit dem Erbium:YAG Laser behandelte Kavitäten werden gewissermaßen als Nebeneffekt sterilisiert, wobei dieser Effekt mit steigender Energieapplikation steigt.²⁰ So kann in pulpanahen Bereichen auf komplette Elimination der „lederharten“ Dentingewebe verzichtet werden, da eine gleichzeitige Dekontamination im Dentin erfolgt ist. Der Erbium-Laser arbeitet gewissermaßen als Mini-Autoklav und sterilisiert infizierte Dentinareale bei den kurzzeitig auftretenden hohen Temperaturen von mehreren hundert °C. Noch sicherer geht man dann vor, wenn zusätzlich diese Bereiche mit dem CO₂-Laser bestrahlt werden, was dann neben einer kompletten Sterilisation noch ein Verkleben der Kollagenfasern und somit eine weniger durchlässige Schicht hinterlässt. Die Pulpa wird damit vor einer potentiellen Schädigung durch den Primer geschützt.

Ein konsequentes Vorgehen mit den richtigen Parametern erlaubt es heute einen hohen Qualitätsstandard zu erreichen. Problematisch ist aber nach wie vor die Bearbeitung von Schmelz. So sind immer noch einer Bearbeitung von Schmelzbereichen lose Anteile nachzuweisen, welche als „Leaflets“ (Abb. 1) bezeich-

net werden. Diese würden ohne Nachbehandlung unter der Einwirkung der Compositkontraktion während des Aushärtens feine Spalten in der Übergangsschicht Schmelz - Füllung nach sich ziehen. Solche undichten Zonen können potentiell die langfristige Stabilität der Füllung in Frage stellen, und stellen meistens auch ein ästhetisches Problem dar, da die Ränder durch solche Frakturrandzonen einen sichtbaren, zunächst weissen, dann nach und nach sich braunfärbenden Rand aufweisen.

Nach der Kavitätenpräparation ein Finieren und Konditionieren unerlässlich

So ist nach der Kavitätenpräparation ein nachfolgendes Finieren der Schmelzränder und Dentinoberflächen mit wenig Energie notwendig um die teilweise ausgesprengten Anteile sanft nachzubearbeiten.²¹ Somit wird die zerstörte oberste frakturierte Schicht mit Frakturen und Leaflets, welche bis unter die eigentliche Oberfläche reichen schonungsvoll entfernt und es werden keine neuen Schäden in der Tiefe gesetzt. Der Schmelz wird dadurch optimal angeraut und die Oberflächenstruktur sieht nach dem Finieren mit dem Er:YAG Laser sehr ähnlich derjenigen nach einer klassischen Ätzung mit Phosphorsäure (Abb. 2), aber mit einer noch niedrigeren Oberflächenspannung.^{22,23} Die so vorbereitete, in einem einzigen Schritt finierte und konditionierte Schmelz-Oberfläche erleichtert nachträglich das Benetzen durch einen geeigneten Primer.

Nach Bearbeitung und Kavitätenpräparation mit Er:YAG Lasern ist die Dentinstruktur immer völlig frei von Smear-Layer (Abb. 3) was mit den neuesten selbstätzenden Adhäsivsystemen zu einem verbesserten Verbund mit Compositen führen sollte.²⁴ Gute Randschlüsse können erzielt werden wenn geeignete Parameter, Primersysteme und Versiegler verwendet werden. Die richtige Wahl des Composites sowie der Primer- und Bondingmaterialien sind von eminenter Wichtigkeit, ebenso wie bei der konventionellen Technik.^{21,25–28} Scheinbar im Widerspruch dazu wurde mehrmals festgestellt dass eine Laservorbehandlung die adhäsive Befestigung negativ beeinflussen kann.²⁹ Solche negativen Resultate liegen meistens dann vor, wenn mit einem fokussierten Lasersystem mit Spiegelarmübertragung gearbeitet wird, in Kombination mit relativ hohen Leistungen ohne nachfolgendes Finishing. Somit treffen viel zu hohe Energiedichten auf die Zahnoberfläche

ANZEIGE



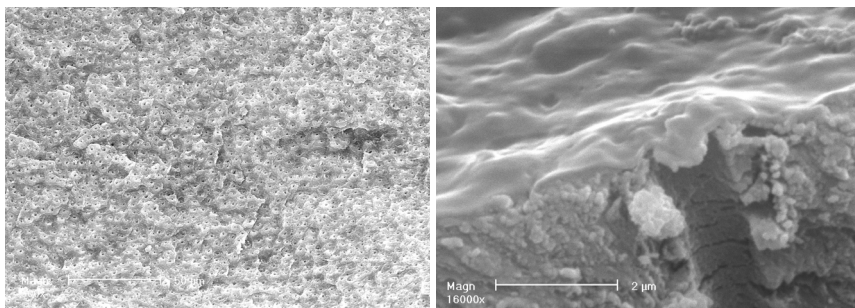


Abb. 3: Dentin 100 mJ 35 Hz, Lite Touch, Syneron, Direktleiter, Laser im Handstück. Dentin Oberfläche ist völlig frei von Smearlayer (500x). –

Abb. 4: Dentin 100 mJ, 20 Hz, VSP, DEKA Smart 2940D Plus, Spiegelarm. Dentin ist teilweise oberflächlich verschmolzen (16.000x).

und die somit zerstörten Schmelzanteile bzw. verschmolzenen Dentinflächen (Abb. 4) sind schlecht für die nachfolgende Haftung vorbereitet.²¹

Verschiedene Lichtübertragungssysteme mit spezifischen Beam-Profilen

Es muss ebenfalls beachtet werden dass die verschiedenen Lichtübertragungssysteme mit ihren spezifischen Beam-Profilen ebenso wie Pulsfrequenz und Pulsdauer ausschlaggebend sind für die nachfolgenden Resultate was die Qualität der Füllungen angeht. So ist es unmöglich vom einfachen messen des Durchmessers des Lichtaustrittsfensters (Bsp. Saphirspitze) auf die Energiedichte zu schliessen, insbesondere bei einem Beamprofil mit höherer Ordnung als Gauss'scher Kurve mit grossem Unterschied zwischen Mitte und Rand.³⁰ In der Mitte des auf die Zahnoberfläche treffenden Laserstrahls ist auf einem Durchmesser von weniger als 50 µm praktisch die gesamte Energie konzentriert, während im äusseren Bereich kaum noch Energie auf den Zahn trifft. Dies hat zwar zur Folge dass die Kavität relativ rasch bearbeitet werden kann, aber es sind schwere tiefgreifende Schädigungen im Schmelz nachweisbar, welche anschliessend unter grossem Zeitaufwand wieder mit sehr feinen Energien finiert und konditioniert werden müssen. Um die Lichtenergie ohne zu starken Verlust auf das Zielobjekt Zahn zu bringen, sind verschiedene technische Hilfsmittel gebräuchlich. Spiegelarmübertragung und Faserleiter sind die am häufigsten eingesetzten Übertragungsarten, welche ein starkes Fokussieren des Laserstrahles vor dem Einbringen in den Lichtleiter voraussetzen und somit immer mindestens spitze Gauss'sche Profile oder übergeordnete Beamprofile entstehen lassen.³⁰

Eigene Untersuchungen haben ergeben, dass mit diesen Systemen immer verschmolzene Dentinanteile bzw. starke Zersörungen im Schmelz hinterlassen werden, welche auch mit feinsten Energieeinstellungen mit den jeweiligen Geräten nicht entfernt werden können. Somit wird ein nachträgliches Finieren mit Ultraschall oder Finierdiamant gefolgt von einer Schmelzätzung mit Phosphorsäure unerlässlich. Dies wiederum kompromittiert das Postulat nach Schmerzfreiheit und Zeit-effizientem Arbeitsprotokoll. Bisher sind zwei Übertragungsarten auf dem Markt, welche eine breitere Gauss'sche Verteilung des Lichtes im Beamprofil (Hohlleiter: Aqualite, Opus Dent) oder sogar eine wan-

nenförmige Verteilung ohne Verstärken der Energiedichte zur Mitte hin ermöglichen (Direktlaser im Handstück ohne Lichtleiter: Lite Touch, Syneron). Mit geeigneten Parametern kann anschliessend an eine effiziente Präparation mit hoher Leistungsdichte ein schonendes Finieren bzw. Konditionieren erfolgen.²¹ Auf diese Weise kann nachgewiesenermassen auf ein Nachfinieren mit Ultraschall und auf eine Schmelzätzung mit Phosphorsäure mit diesen zwei Lasersystemen verzichtet werden.²¹

Heute verfügbare Forschungsergebnisse weisen darauf hin, dass spezielle Primer und Bondingsysteme für den Verbund mit Komposit nach Laservorbehandlung benötigt und eventuell noch weiterentwickelt werden müssen.³¹ Wichtig ist jedoch dass der Behandler als Laseranwender sich mit den Indikationen und den zugehörigen Parametern vertraut machen sollte.³² Es ist auch unerlässlich jeweils für jeden Laser die zugehörigen optimalen Parameter zu kennen und für jede Behandlung ein entsprechendes Arbeitsprotokoll zu wählen und dieses wenn möglich wissenschaftlich abzusichern.

Abschliessend muss erwähnt werden dass schon gegenwärtig viele Studien die Wirksamkeit und Reproduzierbarkeit von vielfältigen Applikationen der heute hauptsächlich gebrauchten Laser – CO₂, Er:YAG, Diodenlaser – aufzeigen konnten. Einige Studien sind noch im Gange und werden weitere Indikationen belegen können. Heute kann jedoch schon klar festgestellt werden, dass diese drei Lasertypen bereits Praxisreife erreicht haben und dass insbesondere der Er:YAG Laser für den täglichen routinemässigen Einsatz in der Füllungstherapie eingesetzt und auch von universitärer Seite empfohlen werden kann. ■

Eine Literaturliste kann in der Redaktion angefordert werden.

■ KONTAKT

Dr. med.dent. Carl A. Bader

External Scientific Instructor, Division of Cariology and Endodontology, University of Geneva, Switzerland
Instructor in Dental Laser Applications,
Programme of Master of Advanced Studies in Oral Biology, University of Geneva, Switzerland
Privatpraxis: Rue du Jura 23, c.p. 1072
CH-2900 Porrentruy
E-Mail : carl.bader@dentistejura.ch
Web : www.dentistejura.ch